

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-254550

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月25日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
G05D 3/12      識別記号      F I  
306      G05D 3/12      306      Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全5頁)

(21) 出願番号 特願平9-78924

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月12日

(71) 出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72) 発明者 鶴田 和寛

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

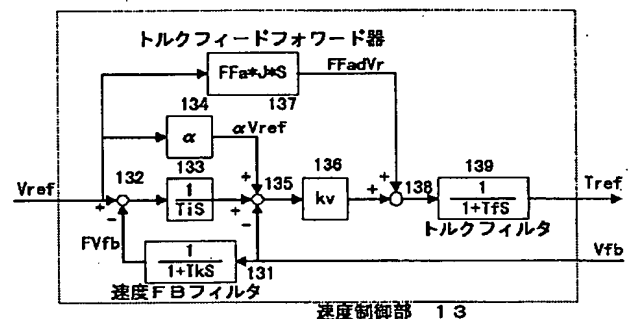
(54) 【発明の名称】 位置制御装置

(57) 【要約】

内蔵するローパスフィルタの遅れにもかかわらず、ループゲインを上げて振動的になりにくい位置制御装置を提供する。

【課題】

【解決手段】 指令発生部11の位置指令とモータの位置が一致するよう位置制御をする位置制御部12と、その速度指令とモータの速度が一致するようトルク指令を出力して速度制御をする速度制御部13と、その指令を受けて電流制御する電流制御部13と、を備える位置制御装置において、速度制御部13は、速度をローパスフィルタにかける速度フィードバックフィルタ131と、速度指令からその信号を減じて速度偏差を求める減算器132と、速度偏差を時間積分して速度偏差積分値を求める積分器133と、速度指令に係数 $\alpha$ を乗じる乗算器134と、乗算器の信号と速度偏差積分値を加えさらに速度を減じる加減算器135と、加減算器の出力を速度ループゲイン $K_v$ 倍する乗算器136と、その信号をローパスフィルタにかけるトルクフィルタ139と、を備えて振動の生じにくい制御ループとする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】位置指令を発生する指令発生部と、  
前記位置指令と制御対象であるモータの位置を入力し前記位置指令と前記位置が一致するように速度指令を出力して位置制御をする位置制御部と、  
前記速度指令と前記モータの速度を入力し前記速度指令と前記速度が一致するようにトルク指令を出力して速度制御を行う速度制御部と、  
前記トルク指令に基づいて電流制御を行う電流制御部と、を備える位置制御装置において、  
前記速度制御部は、  
前記速度をローパスフィルタでフィルタリングしてモータの新たな速度を求める速度フィードバックフィルタと、  
前記速度指令から前記新たな速度を減じて速度偏差を求める減算器と、  
前記速度偏差を時定数 $T_i$ で時間積分して速度偏差積分値を求める積分器と、  
前記速度指令に係数 $\alpha$  ( $0.0 \leq \alpha \leq 1.0$ ) を乗じる乗算器と、  
前記乗算器の信号と前記速度偏差積分値を加えるとともに前記速度を減じる加減算器と、  
前記加減算器の出力に速度ループゲイン $K_v$  を乗じてトルク指令を算出する乗算器と、  
前記トルク指令をローパスフィルタでフィルタリングして新たなトルク指令とするトルクフィルタと、を備えたものであることを特徴とする位置制御装置。

【請求項2】前記位置制御部は、  
前記位置指令を時間微分して速度フィードフォワード定数 $FF$  ( $0.0 \leq FF \leq 1.0$ ) を乗じる速度フィードフォワード器と、  
前記速度フィードフォワード器の信号を前記速度指令に加えて新たな速度指令を求める加算器と、を備えたものであることを特徴とする請求項1記載の位置制御装置。

【請求項3】前記速度制御部は、  
前記速度指令を時間微分して（モータイナーシャ+負イナーシャ）倍し、これにトルクフィードフォワード定数 $FF_a$  ( $0 \leq FF_a \leq 1$ ) を乗じるトルクフィードフォワード器と、  
前記トルクフィードフォワード器の信号を前記乗算器の信号に加えて新たなトルク指令を求める加算器と、を備えたものであることを特徴とする請求項1または請求項2記載の位置制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は、モータ、ロボット及び工作機械等の位置制御装置、特に高速応答を要求される位置制御装置に関する。

## 【0001】

【従来の技術】高速応答を目指す位置制御装置として、例えば、位置指令を発生する指令発生部と、前記位置指

令と制御対象であるモータの位置を入力し前記位置指令と前記位置が一致するように速度指令を出力して位置制御をする位置制御部と、前記速度指令と速度を入力し速度指令と前記速度が一致するようにトルク指令を出力して速度制御をする速度制御部と、入力されたトルク指令に基づいて電流制御をする電流制御部と、を備える位置制御装置において、前記速度指令から前記速度を減じて速度偏差を求める減算器と、前記速度偏差を時定数 $T_i$ で時間積分して速度偏差積分値を求める積分器と、前記速度指令に $\alpha$  ( $0.0 \leq \alpha \leq 1.0$ ) を乗じる乗算器と、前記乗算器の信号と前記速度偏差積分値を加えるとともに前記速度を減じる加減算器と、前記加減算器の出力に速度ループゲイン $K_v$  を乗じる乗算器と、前記乗算器の信号をローパスフィルタでフィルタリングして新たにトルク指令とするトルクフィルタとを備える構成とすることを特徴とする位置制御装置などがある。

## 【0002】

【発明が解決しようとする課題】ところが前記従来例では、高速応答を実現するために速度ループゲインを上げていった場合や時定数を短くしていった場合、機械系から誘発される振動を抑制するために設けたローパスフィルタからなるトルクフィルタの遅れによって制御系自体が振動的になりやすいという問題がある。そこで本発明は、この問題を解決する位置制御装置を提供することを目的とする。

## 【0003】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために、本発明は、位置指令を発生する指令発生部と、前記位置指令と制御対象であるモータの位置を入力し前記位置指令と前記位置が一致するように速度指令を出力して位置制御をする位置制御部と、前記速度指令と前記モータの速度を入力し前記速度指令と前記速度が一致するようにトルク指令を出力して速度制御を行う速度制御部と、前記トルク指令に基づいて電流制御を行う電流制御部と、を備える位置制御装置において、前記速度制御部は、前記速度をローパスフィルタでフィルタリングしてモータの新たな速度を求める速度フィードバックフィルタと、前記速度指令から前記新たな速度を減じて速度偏差を求める減算器と、前記速度偏差を時定数 $T_i$ で時間積分して速度偏差積分値を求める積分器と、前記速度指令に係数 $\alpha$  ( $0.0 \leq \alpha \leq 1.0$ ) を乗じる乗算器と、前記乗算器の信号と前記速度偏差積分値を加えるとともに前記速度を減じる加減算器と、前記加減算器の出力に速度ループゲイン $K_v$  を乗じてトルク指令を算出する乗算器と、前記トルク指令をローパスフィルタでフィルタリングして新たなトルク指令とするトルクフィルタと、を備えたものであることを特徴とするものである。また、本発明の第2実施例において、前記位置制御部は、前記位置指令を時間微分して速度フィードフォワード定数 $FF$  ( $0.0 \leq FF \leq 1.0$ ) を乗じる速度フィードフォワード器と、前記速度フ

ィードフォワード器の信号を前記速度指令に加えて新たな速度指令を求める加算器と、を備えたものであることを特徴とするものである。さらに、本発明の第 3 実施例において、前記速度制御部は、前記速度指令を時間微分して（モータイナーシャ+負荷イナーシャ）倍し、これにトルクフィードフォワード定数FFa ( $0 \leq \text{FFa} \leq 1$ ) を乗じるトルクフィードフォワード器と、前記トルクフィードフォワード器の信号を前記乗算器の信号に加えて新たなトルク指令を求める加算器と、を備えたものであることを特徴とするものである。

#### 【 0 0 0 4 】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体的実施例に基づいて述べる。図 1 は、本発明を適用するモータ制御システムのブロック図である。図において、11 は位置指令Prefを出力する指令発生部、12 は位置指令Prefと検出器 16 で検出されたモータ 15 の位置Pfb を入力し位置指令Prefと位置Pfb が一致するように位置制御を行うとともに速度指令Vrefを出力する位置制御部、13 は速度指令Vrefと差分器 17 が位置Pfb の差分をとって求めたモータの速度Vfb を入力し速度指令Vrefと速度Vfb が一致するように速度制御を行うとともにトルク指令を出力する速度制御部、14 はトルク指令Trefを入力してこれに応じた電流を出力しモータ 15 を駆動する電流制御部である。このような構成において、速度制御部 13 と、電流制御部 14 と、モータ 15 と、検出器 16 と、差分器 17 とで形成される速度制御ループによって、モータ 15 が位置制御部 12 の速度指令Vrefに応じた速度で回転するよう速度制御される。また、この制御ループに位置制御部 12 を加えた位置制御ループによって、モータ 15 の回転位置が指令発生部 11 の位置指令Prefに応じたものとなるよう位置制御される。

【 0 0 0 5 】次に位置制御部 12 と速度制御部 13 について図 2、図 3 を用いて詳細に説明する。図 2 において、位置制御部 12 は、位置指令Prefとモータ位置Pfb を入力し位置指令Prefからモータ位置Pfb を減じて位置偏差Peを求める減算器 121 と、位置偏差Peを位置ループゲインKp倍して速度指令Vrefを出力する乗算器 122 と、前記位置指令Prefを時間微分し速度フィードフォワード定数FF ( $0 \leq \text{FF} \leq 1.0$ ) を乗じて速度フィードフォワード信号FFdPr を求める速度フィードフォワード器 123 と、前記速度指令Vrefに前記速度フィードフォワード信号FFdPr を加えて新たに速度指令Vrefを作る加算器 124 を備えており、速度指令Vrefを前記速度制御部 13 に出力する。図 3 において、速度制御部 13 は前記速度指令Vrefと速度Vfb を入力し、前記速度Vfb をローパスフィルタでフィルタリングして速度FVfbを求める速度 F B フィルタ 131 と、前記速度指令Vrefから前記速度FVfb を減じて速度偏差Veを求める減算器 132 と、前記速度偏差Veを時定数Tiで時間積分して速度偏差積分値Sve を求める積分器 133 と、前記速度指令Vrefに  $\alpha$  ( $0.0 \leq \alpha$

$\leq 1.0$ ) を乗じて比例信号  $\alpha \text{Vref}$  を求める乗算器 134 と、前記比例信号  $\alpha \text{Vref}$  と前記速度偏差積分値Sve を加えるとともに前記速度Vfb を減じる加減算器 135 と、前記加減算器の出力に速度ループゲインKvを乗じてトルク指令Trefを算出する乗算器 136 と、前記速度指令Vrefを時間微分し、J をモータのイナーシャと負荷のイナーシャの和として J 倍し、トルクフィードフォワード定数FFa ( $0 \leq \text{FFa} \leq 1.0$ ) を乗じてトルクフィードフォワード信号FFadVrを出力するトルクフィードフォワード器 137 と、前記トルク指令Trefとトルクフィードフォワード信号FFadVrを加えて新たにトルク指令Trefを作る加算器 138 と、前記トルク指令Trefをローパスフィルタでフィルタリングして新たにトルク指令Trefとするトルクフィルタ 139 とを備え、前記電流制御部 14 に前記トルク指令Trefを出力する。

【 0 0 0 6 】次に、本発明を用いて 1 軸ころがりスライダを駆動した場合の動作例について図 4 を用いて述べる。図において、(a) は従来例で示したように、位置制御は P (比例) 制御、速度制御は I - P (積分比例) 制御 ( $\alpha = 0$ ) とし、振動を抑制するためにトルクフィルタを入れている。なお、速度フィードフォワード及びトルクフィードフォワードは使用していない ( $\text{FF} = \text{FFa} = 0$ )。一方、図中の (b) は本発明を用いた応答であり、従来例に速度 F B フィルタを加えたものである。制御パラメータは従来例と本発明の実施例とで同じにしており、位置ループゲイン  $K_p = 200 \text{ rad/s}$ 、速度ループゲイン  $K_v = 200 \text{ Hz}$ 、速度ループ積分時定数  $T_i = 1.56 \text{ ms}$ 、トルクフィルタ  $T_f = 0.4 \text{ ms}$  となっている。ただし、本発明の実施例では速度 F B フィルタを設けており、時定数は  $T_k = 0.4 \text{ ms}$  となっている。図から明らかなように、従来例では位置決め時にオーバーシュートがでている。これをなくするには  $K_v$  を上げるか  $T_i$  を短くすればよいが、振動が起こるためにこれ以上調整できず、また、 $K_p$  を下げてもオーバーシュートをなくすることができるが位置決め時間が長くなってしまふ。一方、本発明の実施例ではオーバーシュートすることなく高速な位置決めが実現できている。なお、図中Prefは位置指令、Pfb はモータ位置、Peは位置偏差、 $Pe^*$  はPeの拡大及びTrefはトルク指令である。

#### 【 0 0 0 7 】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、速度制御部に速度 F B フィルタを設けたので、速度ループゲインを上げたり、時定数を短くしたりしても制御系自体が振動的になることはなく、目標値に素早く達することができるので、性能が高く実用性のある位置制御装置を提供することができる。

#### 【 0 0 0 8 】

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明を適用するモータ制御システムのブロック図

【図 2】図 1 における位置制御部の詳細を示す図

【図 3】図 1 における速度制御部の詳細を示す図

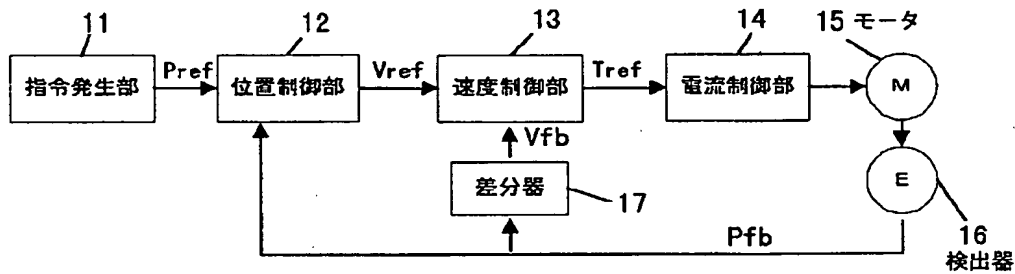
【図 4】本発明を用いて 1 軸ころがりスライダを駆動した場合の動作例

【符号の説明】

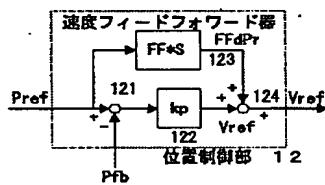
- 11 指令発生器
- 12 位置制御部
- 13 速度制御部
- 14 電流制御部
- 15 モータ
- 16 検出器

- 17 差分器
- 121、132 減算器
- 122、134、136 乗算器
- 123 速度フィードフォワード器
- 124、138 加算器
- 131 速度FBフィルタ
- 133 積分器
- 135 加減算器
- 137 トルクフィードフォワード器
- 10 139 トルクフィルタ

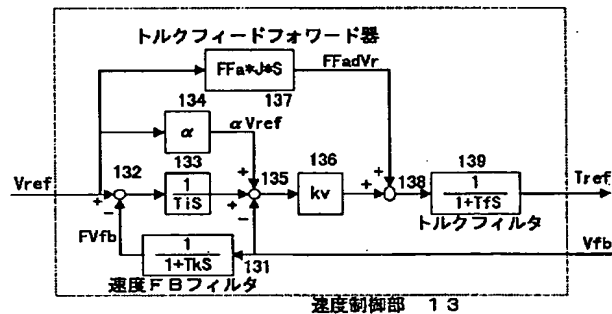
【図 1】



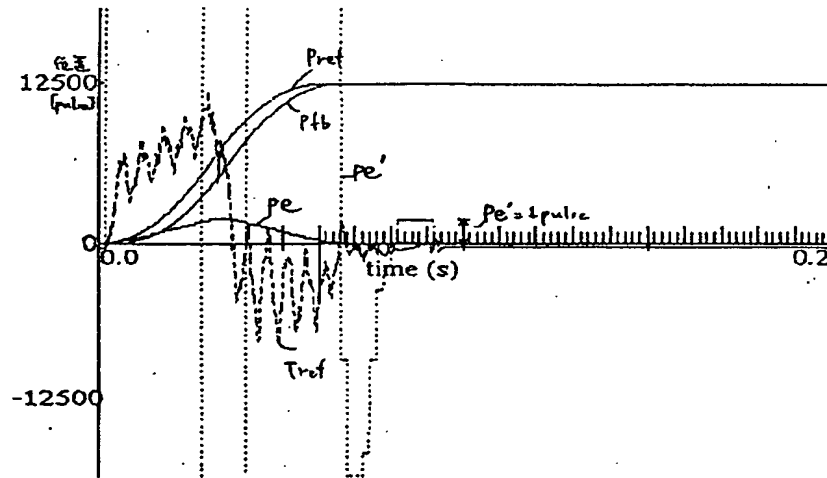
【図 2】



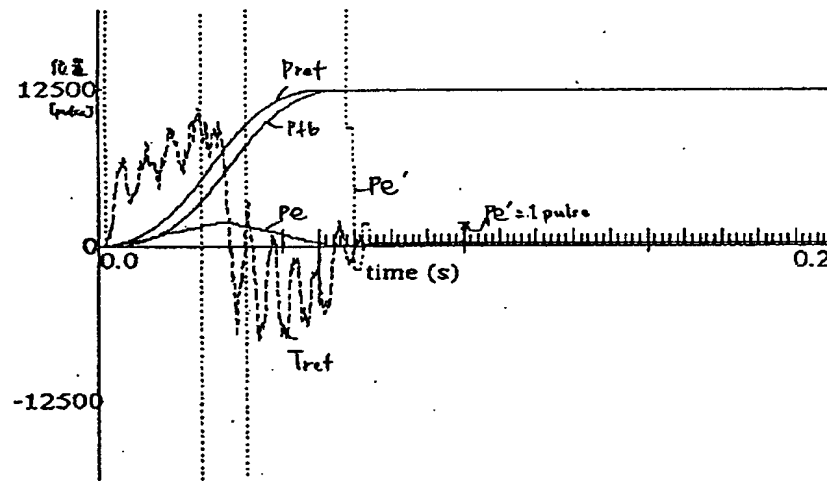
【図 3】



【図 4】



(a) 従来例による位置決め応答



(b) 本発明による位置決め応答